

## **TUGAS AKHIR**

# **STUDI KARAKTERISTIK AERODINAMIKA MODEL MOBIL MENYERUPAI CHEVROLET CAMARO SECARA KOMPUTASIONAL DAN EKSPERIMENTAL**



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Disusun Oleh:**

**EKO WAHYU SEJATI**

**D200130072**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2018**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Eko Wahyu Sejati

NIM : D200130072

Jurusan : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : " Studi Karakteristik Aerodinamika Model Mobil

Menyerupai Chevrolet Camaro Secara  
Komputasional dan Eksperimental".

Menyatakan dengan sebenar – benarnya bahwa Tugas Akhir yang saya serahkan ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan bebas plagiat karya orang lain. Kecuali yang secara tertulis diacu atau dikutip dalam naskah dan disebutkan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti Tugas Akhir ini hasil plagiat, saya bertanggung jawab sepenuhnya dan bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surakarta, 15 Januari 2018

Yang Menyatakan,



Eko Wahyu Sejati

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir yang berjudul “**Studi Karakteristik Aerodinamika Model Mobil Menyerupai Chevrolet Camaro Secara Komputasional dan Eksperimental**”. Disusun Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Program Studi Strata Satu Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **Eko Wahyu Sejati**

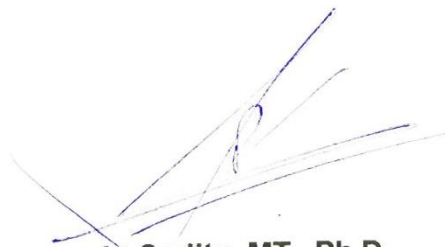
NIM : **D 200 130 072**

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari : Senin

Tanggal : 08-01-2018

Mengetahui,  
Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Sarjito, MT., Ph.D.

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul **"STUDI KARAKTERISTIK AERODINAMIKA MODEL MOBIL MENYERUPAI CHEVROLET CAMARO SECARA KOMPUTASIONAL DAN EKSPERIMENTAL"**, telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disusun oleh:

Nama : **Eko Wahyu Sejati**

NIM : **D 200 130 072**

Disahkan pada:

Hari : **Senin**



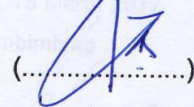
Tanggal : **29 Januari 2018**

Tim Penguji :


Ketua : **Ir. Sarjito, MT., Ph.D.**


Anggota I : **Marwan Effendy, ST., MT., Ph.D.**

Anggota II : **Ir. Tri Tjahjono, MT.**

()  
()  
()

Mengetahui,

 Dekan,

  
**Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D.**

Ketua Jurusan,

  
**Ir. Subroto, MT.**

## LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Nomor 150 / II / 2016 Tanggal 8 September 2016

dengan ini:

Nama : Ir. Sarjito, MT., Ph.D.

Pangkat/Jabatan : Lektor Kepala

Kedudukan : Pembimbing Utama

memberikan Soal Tugas Akhir kepada Mahasiswa:

Nama : Eko Wahyu Sejati

Nomor Induk : D200130072

NIRM : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul/Topik : "Studi Karakteristik Aerodinamika Model Mobil  
Menyerupai Chevrolet Camaro Secara Komputasional  
dan Eksperimental"

Rincian Soal/Tugas : Analisa Nilai koefisien *drag* dan *lift* Pada model uji secara  
eksperimen dan komputasi serta mengidentifikasi  
modifikasi bodi model.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana  
mestinya.

Surakarta, 15 Maret 2017

Pembimbing

Ir. Sarjito, M.T., Ph.D



## **MOTTO**

**“Barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan**

**Allah SWT “**

**(HR.Turmudzi)**

**“Apabila kamu tidak bisa berbuat kebaikan kepada orang lain dengan kekayaan mu, maka berilah mereka kebaikan dengan wajah mu yang**

**berseri disertai akhlak yang baik.**

**(HR Bukhori)**

**“Setiap aksi selalu muncul reaksi yang setara”**

**(Isaac Newton)**

**“Berikanlah yang terbaik kepada siapapun, egoislah kepada  
siapapun”**

**(Basuki)**

**“Janganlah membanggakan dan meyombongkan diri dari apa yang  
kita peroleh, turut dan ikutilah ilmu padi makin berisi makin tunduk  
dan makin bersyukur”**

**(Basuki)**

**“Jadilah orang seperti pohon kelapa, semakin tinggi dia tumbuh  
semakin besar tekanan angin yang dia terima, tetapi semakin kokoh  
batang dan akarnya mencengkram bumi”.**

**(Basuki)**

**Ku olah kata, kubaca makna, kuikat dalam alinea, kubingkai dalam  
bab sejumlah lima, jadilah mahakarya, gelar sarjana kuterima,  
orangtua, calon istri dan calon mertua pun bahagia”.**

**(Eko Wahyu Sejati)**

# **STUDI KARAKTERISTIK AERODINAMIKA MODEL MOBIL MENYERUPAI CHEVROLET CAMARO SECARA KOMPUTASI DAN EKSPERIMEN**

**Eko Wahyu Sejati, dan Sarjito**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. Ahmad Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura  
Email : [ekowahyusejati156@gmail.com](mailto:ekowahyusejati156@gmail.com)

## **ABSTRAKSI**

Pengembangan dalam suatu mobil adalah desain bodi. Desain mobil tidak hanya ditinjau dari faktor estetika ( keindahan ) namun berdasarkan bentuk aerodinamika pada bodinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan simulasi perilaku aerodinamika pada bodi mobil menyerupai chevrolet camaro. Penelitian juga dimaksudkan untuk menginvestigasi hasil dari koefisien *drag* dan *lift* antara metode komputasi dan eksperimen dengan memvariasi kecepatan. Setelah itu dalam penelitian dilakukan modifikasi sudut pada bumper belakang dan sudut kemiringan kaca depan. Dari hasil simulasi diekspresikan dengan turunnya gaya hambat pada bodi mobil dalam bentuk data dan grafik pada sudut bumper  $10^\circ$  dan modifikasi sudut kemiringan kaca depan  $152^\circ$ . Dapat disimpulkan bahwa modifikasi mobil pada bagian kemiringan kaca depan dan bumper belakang mampu memberikan efek gaya hambat.

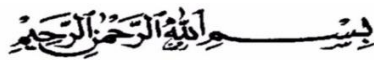
**Kata kunci : CFD, Bodi Mobil, Kemiringan Kaca Depan, Bumper Belakang, Koefisien *Drag* dan koefisien *Lift***

## **ABSTRACTS**

*Development in a car is a body design. The design of the car is not only in terms of aesthetic factors (beauty) but based on the shape of aerodynamics on the body. The purpose of this research is to simulate aerodynamic behavior in car body resembles chevrolet camaro. The study was also intended to investigate the results of drag and lift coefficients between computational methods and experiments with varying speeds. After that in the study made the modification of the angle on the rear bumpers and the angle of the windshield. From the simulation result is expressed with descending drag force on car body in the form of data and graph at angle bumper  $10^\circ$  and modification of wind angle of  $152^\circ$ . It can be concluded that the modification of the car on the slope of the windshield and the rear bumpers can provide a drag force effect.*

**Keywords : CFD, Car Body, Windshield Slope, Rear Bumper, Drag Coefficient and Lift Coefficient**

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Puji syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, semoga kita senantiasa dalam lindungan-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang kita jadikan suri tauladan dalam kehidupan ini. Syukur Alhamdulillah penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir berjudul “Studi Karakteristik Aerodinamika Model Mobil Menyerupai Chevrolet Camaro Secara Komputasional dan Eksperimental”, dapat terealisasi atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph. D, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Subroto, MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Ir. Sarjito, MT, Ph.D. Selaku Pembimbing utama yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan saran hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
4. Ir. Bibit Sugito, MT. Selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan masukan-masukan dan dorongan yang mendukung kepada penulis.
5. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, sehingga penulis dapat mencapai gelar sarjana S-1.

Semoga amal baik semua pihak yang membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini mendapatkan imbalan dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak



kekurangan, meskipun telah berusaha untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, 31 Januari 2018

Penulis,



Eko Wahyu Sejati

D 200 130 072

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan.....	ii
Persetujuan.....	iii
Pengesahan.....	iv
Lembar Soal Tugas Akhir .....	v
Motto .....	vi
Abstraksi .....	vii
Abstracts .....	vii
Kata Pengantar .....	viii
Daftar Isi.....	x
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xv
Daftar Rumus.....	xvi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Aerodinamika .....	6
2.2.2 Karakteristik Aliran Fluida .....	9
2.2.3 Konsep Dasar Aliran Fluida .....	11
2.2.4 Pengertian <i>Computational Fluid Dynamics</i> .....	22
2.2.5 Model Turbulen pada <i>Computational Fluid Dynamics</i> .....	25

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	27
3.2 Persiapan Alat.....	27
3.2.1 Persiapan Alat Komputational.....	27
3.2.2 Persiapan Alat Eksperimen .....	28
3.3 Metodologi Penelitian.....	29
3.3.1 Studi Literatur .....	29
3.3.2 Persiapan Desain Model .....	29
3.4 Langkah – langkah Studi Ekperimen .....	31
3.5 Langkah – langkah Studi Komputasi .....	34
3.5.1 Import File.....	35
3.5.2 <i>Boundary Condition</i> .....	35
3.5.3 Meshing .....	35
3.5.4 Setup Kondisi Batas Boundary .....	37
3.5.5 Proses <i>Solver</i> .....	39
3.5.6 Simulasi Hasil <i>Solving</i> .....	40

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Validasi Data.....	41
4.2	Validasi Data Eksperimen dan Komputasi .....	42
4.2.1	Analisa Perhitungan Koefesien <i>Drag</i> .....	42
4.2.1.1	Perhitungan Koefesien <i>Drag</i> Komputasi .....	43
4.2.1.2	Perhitungan Koefesien <i>Drag</i> Eksperimen.....	43
4.2.2	Analisa Perhitungan Koefesien <i>Lift</i> .....	45
4.2.2.1	Perhitungan Koefesien <i>Lift</i> Komputasi.....	45
4.2.2.2	Perhitungan Koefesien <i>Lift</i> Eksperimen.....	46

4.3 Studi Hubungan Variasi Sudut Bumper Bagian Belakang dan Sudut Kemiringan Kaca Depan Terhadap $C_D$ dan $C_L$ .....	47
4.3.1 Studi Efek Sudut Bumper Terhadap $C_D$ dan $C_L$ .....	48
4.3.2 Studi Efek Sudut Kemiringan Kaca Depan Terhadap $C_D$ dan $C_L$ .....	51
4.3.3 Studi Model Modifikasi dengan Variasi Kecepatan .....	55
4.4 Vektor Plot Kecepatan .....	57

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	60

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis aliran fluida.....	11
Gambar 2.2 Bentuk <i>boundary layer</i> .....	14
Gambar 2.3 Turbulen pada <i>boundary layer</i> .....	15
Gambar 2.4 Proses terjadi <i>vorteks</i> .....	16
Gambar 2.5 Aliran lapis batas pada kendaraan .....	17
Gambar 2.6 Titik Stagnasi pada mobil .....	19
Gambar 2.7 Nilai Koefisien <i>drag</i> .....	20
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	27
Gambar 3.2 <i>Wind tunnel</i> .....	29
Gambar 3.3 Sketsa model.....	29
Gambar 3.4 Desain mobil standar.....	30
Gambar 3.5 Desain Modifikasi bumper belakang .....	30
Gambar 3.6 Desain modifikasi kemiringan kaca depan .....	31
Gambar 3.7 Diagram alir simulasi ansys 18.1 .....	33
Gambar 3.8 Pembuatan <i>Boundary condition</i> .....	34
Gambar 3.9 <i>Meshing</i> .....	35
Gambar 3.10 Kondisi Batas.....	36
Gambar 3.11 Proses <i>solver</i> .....	38
Gambar 3.12 Visualisasi hasil simulasi .....	40
Gambar 4.1 Perbandingan koefisien <i>drag</i> ( $C_D$ ).....	45
Gambar 4.2 Perbandingan koefisien <i>lift</i> ( $C_L$ ) .....	47

Gambar 4.3 Koefisien <i>drag</i> dan <i>lift</i> mobil modifikasi bagian bumper belakang .....	50
Gambar 4.4 Koefisien <i>drag</i> dan <i>lift</i> mobil modifikasi kemiringan kaca depan.....	53
Gambar 4.5 Hubungan variasi kecepatan mobil terhadap $C_D$ dan $C_L$ .....	57
Gambar 4.6 Plot vektor variasi kecepatan .....	58



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jumlah mesh statistik .....	37
Tabel 3.2 Kondisi batas .....	39
Tabel 4.1 <i>Drag force</i> dan <i>lift force</i> CFD .....	41
Tabel 4.2 <i>Drag force</i> dan <i>lift force</i> eksperimen .....	42
Tabel 4.3 Koefisien <i>drag</i> validasi.....	44
Tabel 4.4 Koefisien <i>lift</i> validasi .....	46
Tabel 4.5 <i>Drag force</i> dan <i>lift force</i> mobil modifikasi bumper bagian belakang .....	49
Tabel 4.6 Koefisien <i>drag</i> dan <i>lift</i> modifikasi bumper bagian belakang.....	50
Tabel 4.7 <i>Drag force</i> dan <i>lift force</i> mobil modifikasi kemiringan kaca depan .....	52
Tabel 4.8 Koefisien <i>drag</i> dan <i>lift</i> modifikasi kemiringan kaca depan .....	53
Tabel 4.9 <i>Drag force drag</i> dan <i>lift force</i> variasi kecepatan.....	55
Tabel 4.10 Koefisien <i>drag</i> dan <i>lift</i> variasi kecepatan.....	56

## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Densitas .....	12
Rumus 2.2 Bilangan Reynolds .....	13
Rumus 2.3 aliran incompressible .....	18
Rumus 2.4 Hukum Bernowlli .....	19
Rumus 2.5 <i>Drag force</i> .....	20
Rumus 2.6 <i>Lift force</i> .....	22